

## 温度对双纹须歧角螟生长发育和繁殖的影响

韦德卫, 王助引, 黎柳锋, 曾 涛

(广西农业科学院植物保护研究所, 南宁 530007)

摘要: 在室内研究了温度对双纹须歧角螟 *Trichophyesis cretacea* (Butler) 生长发育及繁殖的影响。结果表明, 在 19~31℃ 范围内, 双纹须歧角螟的发育速率随着温度的升高而加快, 当温度超过 31℃ 时, 发育速率减慢。在各虫态中, 蛹期的存活受温度变化的影响最大, 35℃ 时蛹全部死亡。19℃、23℃、27℃、31℃ 和 35℃ 下的世代存活率分别为 87.1%、83.0%、85.2%、70.1% 和 0%。卵、幼虫、预蛹、蛹及从卵至成虫的发育起点温度分别为 9.08℃、8.95℃、7.80℃、9.09℃ 和 8.86℃, 有效积温分别为 62.4、122.0、16.0、108.1 和 309.1 日·度。成虫的寿命随温度的升高而缩短, 27℃ 时成虫的产卵量最高, 平均为 91.3 粒。19℃、23℃、27℃ 和 31℃ 条件下, 实验种群的净生殖率分别为 31.0、41.8、46.7、0.8, 内禀增长率分别为 0.0813、0.1439、0.1710、-0.0094, 平均世代周期分别为 42.2、26.3、23.1 和 19.2 天。

关键词: 双纹须歧角螟; 发育起点温度; 有效积温; 发育速率; 存活率; 成虫寿命; 产卵量; 种群参数

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2005)06-0910-04

## Effects of temperature on development and reproduction of *Trichophyesis cretacea* (Butler) (Lepidoptera: Pyralidae)

WEI De-Wei, WANG Zhu-Yin, LI Liu-Feng, ZENG Tao (Institute of Plant Protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

**Abstract:** The growth, development and reproduction of *Trichophyesis cretacea* (Butler) were studied at five temperatures (19℃, 23℃, 27℃, 31℃, and 35℃) in the laboratory. The results showed that the developmental rate of *Trichophyesis cretacea* increased with the rise of temperature from 19℃ to 31℃, and varied slightly at higher temperatures. The pupal stage was most sensitive to temperature change compared with other developmental stages, and all pupae died at 35℃. The generation survival rate was 87.1%, 83.0%, 85.2%, 70.1%, and 0% at above five temperatures respectively. The developmental threshold temperature required for egg, larva, prepupa, pupa and egg-adult was 9.08℃, 8.95℃, 7.80℃, 9.09℃, and 8.86℃, while the effective accumulated temperature was 62.4, 122.0, 16.0, 108.1, and 309.1 degree-day, respectively. Adult longevity shortened with the temperature increasing. The number of eggs laid per female was highest (91.3) at 27℃. At the temperatures of 19℃, 23℃, 27℃, and 31℃, the net reproductive rate ( $R_0$ ) of the laboratory population was 31.0, 41.8, 46.7, and 0.8, the intrinsic rate of natural increase ( $r_m$ ) was 0.0813, 0.1439, 0.1710, and -0.0094, and the mean generation time was 42.2, 26.3, 23.1, and 19.2 days, respectively.

**Key words:** *Trichophyesis cretacea*; developmental threshold temperature; effective accumulated temperature; developmental rate; survival rate; adult longevity; fecundity; population parameters

花茶是我国特有的商品茶种类。茉莉花是生产花茶的主要花原料。我国目前茉莉花种植基地分布在广西、福建、四川、云南等省(区), 总面积约 1 万公顷, 年产鲜花 9 000 万公斤。广西横县于 2000 年被国家林业部、中国花卉协会命名为“中国茉莉花之

乡”, 该县目前茉莉花种植面积达 0.5 万公顷, 占全国的一半以上。双纹须歧角螟 *Trichophyesis cretacea* (Butler) 是茉莉花上的一种重要害虫。该虫以幼虫钻蛀花蕾为害, 花蕾受害率可高达 100%, 严重影响花的产量和品质(王助引等, 2003, 2004)。目前, 国

基金项目: 广西“十百千人才工程”专项资金(2001202); 广西农科院科技发展基金(2001003)

作者简介: 韦德卫, 男, 1966 年 8 月生, 壮族, 广西都安人, 副研究员, 从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: dwzwei@sina.com

收稿日期 Received: 2005-03-29; 接受日期 Accepted: 2005-07-12

内外有关双纹须歧角螟的研究报道还很少。我们从 2001 年起对该虫的生物学、生态学进行系统研究，本文报道温度对双纹须歧角螟生长、发育和繁殖的影响。

1 材料与方法

1.1 虫源

从南宁市郊茉莉花地采集老熟幼虫，在室内让其化蛹、羽化，成虫集中在养虫笼内饲养，供饲 10% 蜂蜜水，接入新鲜的茉莉花蕾供其产卵。选择同期卵作为供试材料。

1.2 方法

1.2.1 实验设备：LRH-250-G 型光照培养箱（广东省医疗器械厂出品），温度波动范围 ± 1℃，光照周期 L:D = 13:11，由 4 支 30 W 和 2 支 12 W 日光灯照明，RH 75% ± 10%。小养虫笼（用于观察成虫产卵）直径 6 cm、高 15 cm，由容量为 600 mL 矿泉水瓶割掉两端后用细纱布扎封一端，另一端扣在培养皿上制成。

1.2.2 温度设置及观察方法：设置 19℃、23℃、27℃、31℃ 和 35℃ 5 个处理，将双纹须歧角螟 8 h 内所产的卵分别放入不同温度的培养箱内，幼虫孵化后饲以新鲜花蕾，每 8 h 观察一次，记录卵、幼虫的历期和存活状况。幼虫即将化蛹时单头放入指形管（Φ 8 cm × 1.5 cm）内，观察预蛹及蛹的历期。成虫羽化后将雌雄配对，单对放入小养虫笼内，供给新鲜的茉莉花蕾和 10% 蜂蜜水，每天观察成虫产卵情况，并更换新的花蕾，直至雌成虫全部死亡。若配对中雄虫先于雌虫死亡，则从室内繁殖群体中挑选雄虫补充。每一温度观察的初始卵量为 80 粒。

1.3 数据分析

参照李典谟和王莽莽（1986）提出的直接最优法计算发育起点温度和有效积温。

发育起点温度：

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n t_i d_i^2 - \bar{d} \sum_{i=1}^n t_i d_i}{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n \bar{d}^2}$$

有效积温：
$$A = \sum_{i=1}^n A_i$$

式中  $A_i = d_i(t_i - c)$ ，其中  $t_i$  是实验所设定的温度， $d_i$  是在  $t_i$  温度下的发育历期（ $d$ ）， $A_i$  是在假设发育起点温度为  $C$  时的有效积温。

根据不同温度下各虫态的历期，用 Logistic 模型模拟发育速率与温度之间的关系： $V = K/[1 + \exp(a + bt)]$ ， $V$  为温度  $t$  时的发育速率， $K$  为最大发育速率， $a$ 、 $b$  分别为模型系数。模型的拟合在 DPS 数据处理系统（唐启义和冯明光 2002）上进行。

净生殖率（ $R_0$ ）、平均世代周期  $MGT$ （mean generation time， $MGT$ ）、内禀增长率  $r_m$ 、周限增长率  $\lambda$  和种群加倍时间  $DDP$ （days taken for doubling population size， $DDP$ ）等参数分别用下列公式（张孝羲，1982）计算： $R_0 = \sum l_x m_x$ ； $MGT = \sum x l_x m_x / R_0$ ； $r_m = \ln R_0 / MGT$ ； $\lambda = e^{r_m}$ ； $DDP = \ln 2 / r_m$ 。

2 结果与分析

2.1 温度对发育历期的影响

不同温度下双纹须歧角螟各虫态的发育历期见表 1。在 19~31℃，随着温度的升高，发育历期明显缩短，从卵发育至成虫，19℃时需 30.9 天，31℃时只需 14.4 天。35℃时卵、幼虫、预蛹的历期均比 31℃时延长，蛹则全部死亡。用 Logistic 模型能够很好地拟合各虫态发育速率与温度之间的关系（表 2）。各虫态的发育起点温度和有效积温见表 3。

表 1 不同温度下双纹须歧角螟的发育历期

Table 1 Developmental duration of <i>Trichophyesis cretacea</i> at different temperatures					
温度 Temperature (℃)	发育历期 Developmental duration (d)				
	卵 Egg	幼虫 Larva	预蛹 Prepupa	蛹 Pupa	合计 Total
19	6.4 ± 0.3 a	12.3 ± 0.5 a	1.4 ± 0.1 a	11.1 ± 0.3 a	30.9 ± 0.6 a
23	4.3 ± 0.1 b	8.4 ± 0.4 b	1.1 ± 0.2 b	7.5 ± 0.1 b	21.3 ± 0.5 b
27	3.5 ± 0.2 c	6.8 ± 0.6 c	0.8 ± 0.04 c	5.7 ± 0.2 c	16.7 ± 0.6 c
31	2.9 ± 0.1 d	5.6 ± 0.4 d	0.7 ± 0.1 c	5.3 ± 0.4 d	14.4 ± 0.6 d
35	3.6 ± 0.4 e	7.0 ± 0.7 e	0.8 ± 0.2 c	—	—

表中数据为平均值 ± 标准差，同列数据后有相同字母表示经 Duncan 多重比较后差异不显著（ $P > 0.05$ ）。表 4 同。The data in the table are mean ± SD and those in the same column followed by the same letters are not significantly different at  $P > 0.05$  by Duncan's multiple range test. The same for Table 4.

表 2 双纹须歧角螟发育速率与温度关系的 Logistic 模型

Table 2 Logistic model for the developmental rate ( <i>V</i> ) of <i>T. cretacea</i> as function of temperature ( <i>t</i> )				
发育阶段 Stage	模型 Model	相关系数 <i>r</i>	<i>P</i>	
卵 Egg	$V = 0.3121[1 + \exp(6.0669 - 0.3168t)]$	0.9283	< 0.05	
幼虫 Larva	$V = 0.1613[1 + \exp(5.9211 - 0.3095t)]$	0.9225	< 0.05	
预蛹 Prepupa	$V = 1.3801[1 + \exp(4.7869 - 0.2497t)]$	0.9461	< 0.05	
蛹 Pupa	$V = 0.2044[1 + \exp(4.8102 - 0.2394t)]$	0.9976	< 0.01	
卵-成虫 Egg-adult	$V = 0.1171[1 + \exp(2.4405 - 0.0888t)]$	0.9767	< 0.05	

表 3 双纹须歧角螟各虫态的发育起点温度和有效积温

Table 3 Threshold temperature and effective accumulated temperature (EAT) at different stages in *T. cretacea*

发育阶段 Stage	发育起点温度 Threshold temperature (℃)	有效积温(日·度) EAT (degree-day)
卵 Egg	9.08	62.4
幼虫 Larva	8.95	122.0
预蛹 Prepupa	7.80	16.0
蛹 Pupa	9.09	108.1
卵-成虫 Egg-adult	8.86	309.1

2.2 温度对种群存活的影响

不同温度下双纹须歧角螟各虫态的存活曲线如图 1。在 19~31℃ 范围内,未成熟期各虫态的存活率均在 86% 以上。35℃ 时,各虫态中预蛹的存活率最高,为 68.4%,而蛹期的存活率为 0%。总的看来,19~27℃ 是种群存活的适宜温度,超过 31℃ 的高温对种群存活极为不利,35℃ 恒温条件下种群不能存活。

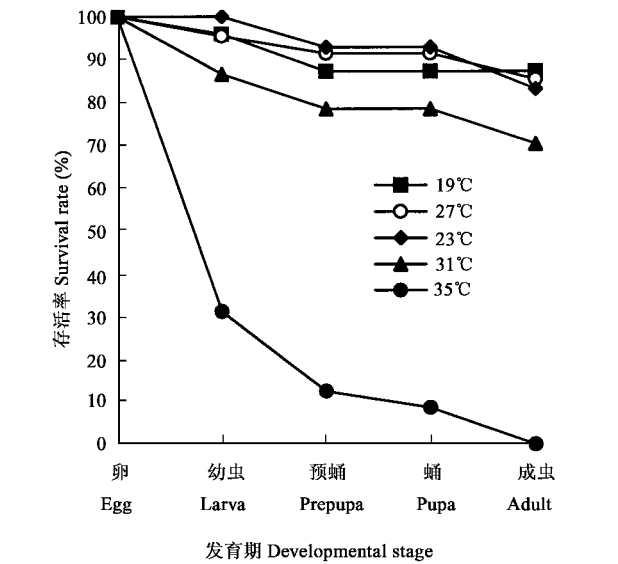


图 1 不同温度下双纹须歧角螟的存活曲线  
Fig. 1 Survival curves of *T. cretacea* at different temperatures

2.3 不同温度下的成虫寿命和产卵量

表 4 给出了 4 种恒温条件下的成虫寿命和产卵量。在实验温度范围内,成虫寿命随温度升高而缩

短。在同一温度下,雌成虫的寿命比雄成虫的稍长。观察表明,19℃、23℃、27℃、31℃ 下单雌最高卵量分别为 187、157、195、23 粒。在 31℃ 条件下绝大多数雌成虫不产卵。

表 4 不同温度下双纹须歧角螟的成虫寿命和产卵量

Table 4 Adult longevity and fecundity of *T. cretacea* at different temperatures

温度 Temperature (℃)	寿命 Longevity (d)		产卵量(粒/♀) Eggs laid/♀
	♀	♂	
19	22.2 ± 5.2 a	17.8 ± 7.2 a	70.3 ± 60.8 a
23	20.0 ± 4.4 a	17.2 ± 5.2 a	83.9 ± 61.8 a
27	12.9 ± 3.7 b	11.0 ± 6.2 b	91.3 ± 56.6 a
31	6.2 ± 2.9 c	3.6 ± 1.2 c	2.4 ± 6.3 b

2.4 不同温度下的种群参数

根据 19℃、23℃、27℃ 和 31℃ 下双纹须歧角螟各发育阶段的存活率及雌成虫逐日产卵量等数据,组建 4 种温度下双纹须歧角螟的实验种群生殖力表,算出几个主要的种群参数如表 5。27℃ 时的内禀增长率  $r_m$  是 19℃ 时的 2.1 倍,反过来,19℃ 时种群加倍所需天数 DDP 是 27℃ 时的 2.1 倍。在 27℃ 条件下,种群经过一个世代的繁殖后可增殖 46.7 倍。

表 5 不同温度下双纹须歧角螟的实验种群参数

Table 5 Experimental population parameters of *T. cretacea* at different temperatures

温度 Temperature (℃)	$R_0$	MGT (d)	$r_m$	$\lambda$	DDP
19	31.0	42.2	0.0813	1.0847	8.5
23	41.8	26.3	0.1439	1.1548	4.8
27	46.7	23.1	0.1710	1.1865	4.1
31	0.8	19.2	-0.0094	0.9906	-

3 讨论

实验表明,温度对双纹须歧角螟的生长发育和繁殖有很大影响。不同虫态对温度的适应性有明显差异。在 35℃ 高温下,蛹期完全不能存活,卵、幼虫和预蛹期虽可完成发育,但存活率低,说明高温对种

群的生长发育极为不利。蛹期是对高温反应最敏感的虫态。在低温条件下,虽然种群存活率很高,但历期延长,产卵量下降,内禀增长率低。从不同温度下的种群生命参数比较来看,27℃左右是种群生长发育和繁殖的最适温度。

本研究所求得的双纹须歧角螟各虫态的发育起点温度和有效积温是在特定恒温条件下的实验结果,将其用作预测依据时应考虑其局限性,同时还应注意恒温 and 变温条件的不同。在我国茉莉花主产区广西横县,茉莉花大量开花、采收期为 5~10 月份,此期月平均气温均在 19℃ 以上,在高温季节亦可出现超过 35℃ 的极端温度,但昼夜温差大。在自然变温条件下高温对种群的影响值得探讨。此外,在 19℃ 以下的低温区种群生长发育和繁殖的状况亦需进一步研究。

**致谢** 本研究部分内容在广西作物遗传改良生物技术重点开放实验室完成。

参 考 文 献 (References)

Li DM, Wang MM, 1986. Study on rapid estimations of development

threshold temperature and effective accumulated heat. *Entomological Knowledge*, 23(4): 184-186. [李典谟,王莽莽,1986.快速估计发育起点温度及有效积温的研究.昆虫知识,23(4):184-186]

Tang QY, Feng MG, 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press. 417-452. [唐启义,冯明光,2002.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统.北京:科学出版社.417-452].

Wang ZY, Zhou ZH, Wei DW, Zeng T, Chen WC, Huang FJ, Zhou SJ, 2004. Roster of pests to jasmine and their natural enemies in Guangxi. *Guangxi Agricultural Sciences*, (1): 65-67. [王助引,周至宏,韦德卫,曾涛,陈文创,黄法就,周尚劲,2004.广西茉莉花害虫及其天敌名录.广西农业科学,(1):65-67]

Wang ZY, Zhou ZH, Wei DW, Chen WC, Huang FJ, Zhou SJ, 2003. Bionomics of *Trichophysetis cretacea* and its control. *Entomological Knowledge*, 40(4): 340-343. [王助引,周至宏,韦德卫,陈文创,黄法就,周尚劲,2003.双纹须歧角螟的生物学及防治.昆虫知识 40(4):340-343]

Zhang XX, 1982. Insect Ecology and Forecast. Beijing: China Agriculture Press. 188-191. [张孝羲,1982.昆虫生态及预测预报.北京:中国农业出版社.188-191]

(责任编辑:袁德成)